

CONCRETE HAVING SELF-WETTING/AGING FUNCTION AND ITS EXECUTING METHOD

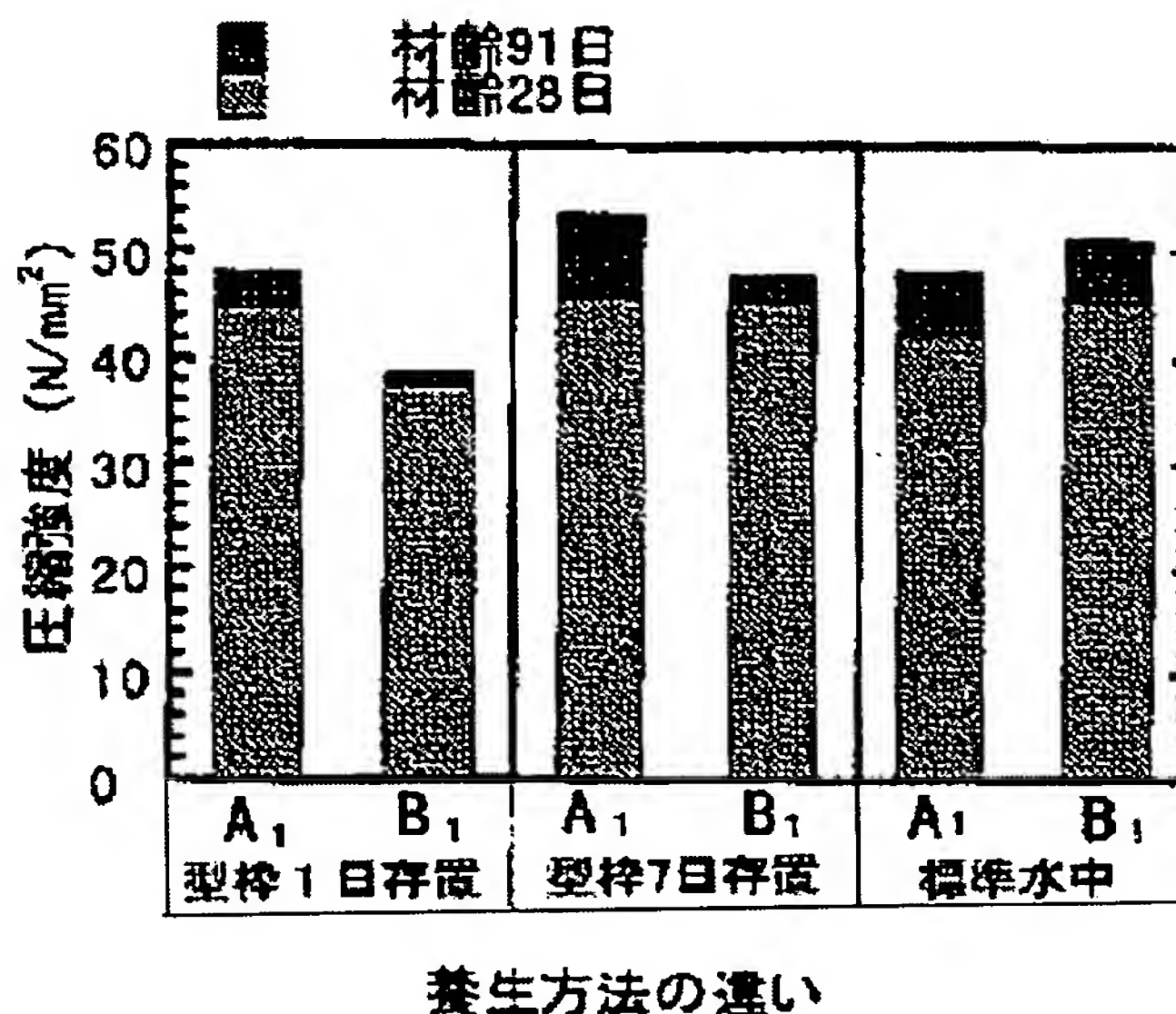
Patent number: JP2001261414
Publication date: 2001-09-26
Inventor: WAMI KOKI; ARAI KAZUHIKO; KASAI HIROSHI;
 INAGAKI KAZUHIKO
Applicant: KAJIMA CORP
Classification:
- International: (IPC1-7): C04B28/04; C04B38/00; C04B38/08;
 C04B14/02; C04B14/04; C04B18/10; C04B20/00;
 C04B28/04; C04B103/30; C04B103/32; C04B111/40
- european: C04B40/02
Application number: JP20000076165 20000317
Priority number(s): JP20000076165 20000317

Report a data error here

Abstract of JP2001261414

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain concrete excellent in strength and durability regardless of lightweight concrete.

SOLUTION: This concrete having a self-wetting/aging function consists of water, a binding material containing cement, aggregate and a mixing agent. An AE water reducing agent or a high efficiency AE water reducing agent specified in JIS A 6204 is used as the mixing agent. Artificial aggregate having 1,000-2,000 N pressure break load, 1.4-1.8 specific gravity in the absolute dry condition and 12-20% water absorptivity, which are measured according to JIS Z 8841, is used as a part or the whole of the aggregate. Respective components are blended so that the water/cement rate is made to be 25-55% and the unhardened concrete has 1.8-2.1 t/m³ mass per unit volume.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-261414
(P 2 0 0 1 - 2 6 1 4 1 4 A)
(43) 公開日 平成13年9月26日 (2001. 9. 26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C04B 28/04		C04B 28/04	4G012
38/00	301	38/00	Z 4G019
38/08		38/08	A
//(C04B 28/04		(C04B 28/04	
18:10		18:10	A
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全10頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-76165 (P 2000-76165)

(22) 出願日 平成12年3月17日 (2000. 3. 17)

(71) 出願人 000001373
鹿島建設株式会社
東京都港区元赤坂1丁目2番7号
(72) 発明者 和美 廣喜
東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島
建設株式会社技術研究所内
(72) 発明者 新井 一彦
東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島
建設株式会社技術研究所内
(74) 代理人 100076130
弁理士 和田 憲治

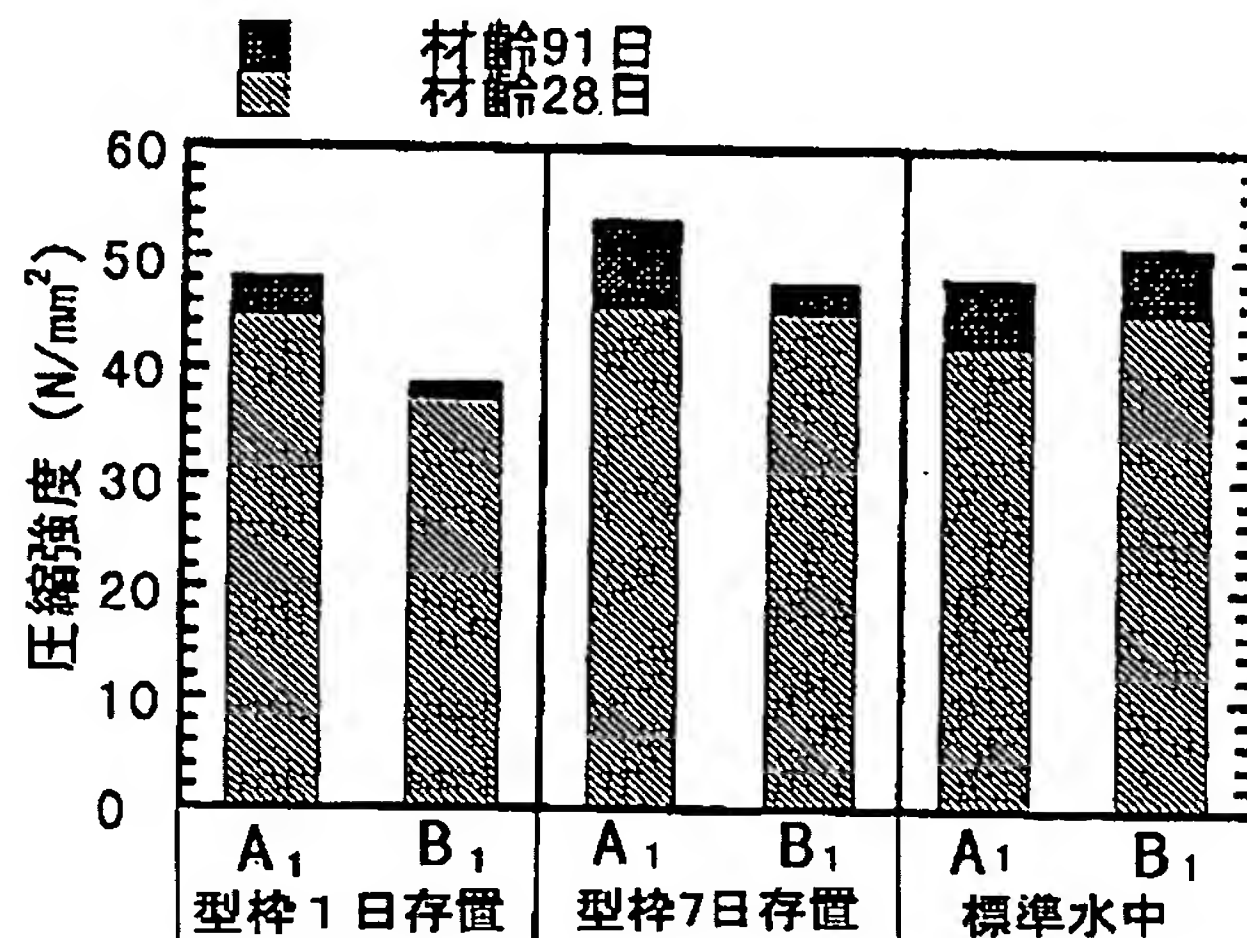
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己湿潤養生機能を有するコンクリートおよびその施工法

(57) 【要約】

【課題】 軽量でありながら、強度や耐久性に優れたコンクリートを得る。

【解決手段】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤として J I S A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使用し、コンクリート用骨材の全部または一部として J I S Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000 ~ 2000 N、絶乾比重が 1.4 ~ 1.8、吸水率が 12 ~ 20 % の人工骨材を使用し、水セメント比が 25 ~ 55 % で、未だ固まらないコンクリートの単位容積質量が 1.8 ~ 2.1 t / m³ となるように各材料を配合したことを特徴とする自己湿潤養生機能を有するコンクリート。



養生方法の違い

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤として JIS A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使用し、コンクリート用骨材の全部または一部として JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000~2000N、絶乾比重が 1.4~1.8、吸水率が 12~20% の人工骨材を使用し、水セメント比が 25~55% で、未だ固まらないコンクリートの単位容積質量が $1.8 \sim 2.1 \text{ t/m}^3$ となるように各材料を配合したことを特徴とする自己湿潤養生機能を有するコンクリート。

【請求項 2】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートの現場打ち施工において、混和剤として JIS A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使用し、骨材の全部または一部として JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000~2000N、絶乾比重が 1.4~1.8、吸水率が 12~20% の人工骨材を使用し、水セメント比が 25~55% のもとで単位容積質量が $1.8 \sim 2.1 \text{ t/m}^3$ となるように各材料を配合してコンクリートを練り混ぜ、得られた未だ固まらないコンクリートを打設後、材齢 1 日でせき板を脱型することを特徴とするコンクリート施工法。

【請求項 3】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤として JIS A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使用し、コンクリート用骨材の全部または一部として JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000~2000N、絶乾比重が 1.4~1.8、吸水率が 12~20% の人工骨材を使用し、水セメント比が 25~55% で、未だ固まらないコンクリートの単位容積質量が $1.8 \sim 2.1 \text{ t/m}^3$ となるように各材料を配合してなり、スランプフロー 45 cm 以上の流動性と硬化体の圧縮強度が 36 N/mm^2 を超える高強度を発現する軽量コンクリート。

【請求項 4】 フライアッシュまたはシリカフュームをさらに配合してなる請求項 3 に記載の軽量コンクリート。

【請求項 5】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤として JIS A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使用し、骨材の全部または一部として JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000~2000N、絶乾比重が 1.4~1.8、吸水率が 12~20% の人工骨材を使用し、水セメント比が 25~55% のもとで単位容積質量が $1.8 \sim 2.1 \text{ t/m}^3$ となるように各材料を配合してコンクリートを練り混ぜ、得られた未だ固まらないコンクリートを断熱型枠を用いて養生することを特徴とする高強度軽量コンクリートの製造法。

【請求項 6】 水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤として JIS A 6204 に従う A E 減水剤または高性能 A E 減水剤を使

用し、骨材の全部または一部として JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 1000~2000N、絶乾比重が 1.4~1.8、吸水率が 12~20% の人工骨材を使用し、水セメント比が 25~55% のもとで単位容積質量が $1.8 \sim 2.1 \text{ t/m}^3$ となるように各材料を配合してコンクリートを練り混ぜ、得られた未だ固まらないコンクリートでマスコンクリート構造体を施工することを特徴とするマスコンクリート施工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンクリートに配合する骨材に自己湿潤養生機能およびその他の機能を持たせることによって各種特性を発現させたコンクリートおよびその施工法に関する。

【0002】

【従来の技術】 通常の場合、コンクリートは、打ち込み終了後からセメントの水和およびコンクリートの硬化が十分に進行するまでは、急激に乾燥しないように養生しなければならない。このため、例えば（社）日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説（以下「日建仕様書」と略記する）の「JASS 5 鉄筋コンクリート工事」では、コンクリート打ちこみ後、数日間の湿潤養生が義務付けられている。この場合の湿潤養生とは、所定期間の型枠存置（セメントの種類に応じて、3 日以上から 10 日以上）、散水、水噴霧などである。

【0003】 このようなことから、建築工事では、せき板（コンクリートと接する型枠）などの被覆材を所定の期間存置し、また散水や噴霧を行っているが、現場によっては、工期等の面からせき板を所定期間存置することができないことや、散水や噴霧も次の作業工程に影響を与えるので実施が困難なことも多く、コンクリートの養生の問題はコンクリート工事にとって重要な要件であるものの、そのために施工上の制約を受けることも多い。

【0004】 また、前記日建仕様書の「JASS 5 鉄筋コンクリート工事」において、軽量コンクリートを用いる場合の設計基準が示されているが、それによれば、軽量コンクリートの設計基準強度の最大値は 36 N/mm^2 と規定されている。これは、従来の人工軽量骨材は比重が 1.30 程度で、JIS Z 8841 に従う圧壊荷重が 500N 程度であることから、 36 N/mm^2 を超えるような軽量コンクリートを得ることが難しいことによる。このため強度を要求される箇所での軽量コンクリートの使用には制限があり、軽量コンクリート構造物の施工が困難となることも多い。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の一つの課題は、外部からの補給水が絶えても養生を自分で行うことができるようなコンクリートを得ることである。

【0006】 本発明の他の課題は、軽量でありながら高

強度を発現できるコンクリートを得ることである。

【0007】本発明の他の課題は、軽量・高流動・高強度を同時に達成できるようなコンクリートを得ることである。

【0008】本発明の他の課題は、高強度化と同時に普通コンクリートよりも乾燥収縮が小さくさらには中性化の進行も小さくなるような高耐久性コンクリートを得ることである。

【0009】

【課題を解決する手段】前記一つの課題は、水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤としてJIS A 6204に従うAE減水剤または高性能AE減水剤を使用し、コンクリート用骨材の全部または一部としてJIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000~2000N、絶乾比重が1.4~1.8、吸水率が12~20%の人工骨材を使用し、水セメント比が25~55%で、未だ固まらないコンクリートの単位容積質量が1.8~2.1 t/m³となるように各材料を配合したことを特徴とする自己湿潤養生機能を有するコンクリートによって達成できることがわかった。このコンクリートは現場打設後、材齢1日でせき板を脱型しても十分な強度発現ができる。

【0010】前記の他の課題は、水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤としてJIS A 6204に従うAE減水剤または高性能AE減水剤を使用し、コンクリート用骨材の全部または一部としてJIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000~2000N、絶乾比重が1.4~1.8、吸水率が12~20%の人工骨材を使用し、水セメント比が25~55%で、未だ固まらないコンクリートの単位容積質量が1.8~2.1 t/m³となるように各材料を配合してスランプフローが45cm以上の高流動コンクリートを練り混ぜることによって達成され、この高流動コンクリートは軽量でありながら、硬化体の圧縮強度が36 N/mm²を超える高強度を発現することができる。このコンクリートにはフライアッシュまたはシリカフュームをさらに配合することによって、圧縮強度の向上、乾燥収縮の低減、中性化深さの進行抑制がさらに達成できる。

【0011】前記の他の課題は、水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤としてJIS A 6204に従うAE減水剤または高性能AE減水剤を使用し、骨材の全部または一部としてJIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000~2000N、絶乾比重が1.4~1.8、吸水率が12~20%の人工骨材を使用し、水セメント比が25~55%のもとで単位容積質量が1.8~2.1 t/m³となるように各材料を配合してコンクリートを練り混ぜ、得られた未だ固まらないコンクリートを断熱型枠を用いて養生することを特徴とする高強度軽量コンクリートの製造法によって達成され、これによると普通骨材を使用したコンクリートに比べて引張強度を著

しく向上させることができる。

【0012】前記の他の課題は、水、セメントを含む結合材、骨材および混和剤からなるコンクリートにおいて、混和剤としてJIS A 6204に従うAE減水剤または高性能AE減水剤を使用し、骨材の全部または一部としてJIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000~2000N、絶乾比重が1.4~1.8、吸水率が12~20%の人工骨材を使用し、水セメント比が25~55%のもとで単位容積質量が1.8~2.1 t/m³となるように各材料を配合してコンクリートを練り混ぜ、得られた未だ固まらないコンクリートでマスコンクリート構造体を施工することを特徴とするマスコンクリート施工法によって達成される。当該マスコンクリートは引張強度が普通コンクリートに比べて向上し且つ温度ひび割れを低減することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明のコンクリートは、使用する骨材と混和剤・混和材に応じて、特性面から、自己湿潤養生機能をもつコンクリート（セルフキュアリングコンクリート）、軽量・高強度コンクリート、軽量・高流動・高強度コンクリートおよび高耐久性コンクリート等に分けることができるが、これらに共通するのは、骨材の全部または一部として、特定の強度、比重および吸水率をもつ人工骨材を使用する点である。そこで、まずこの人工骨材について説明する。

【0014】従来の人工軽量骨材は、比重が1.30程度のものが主流であり、JIS Z 8841に従う圧壊荷重も500N程度のものが多く、このため圧縮強度が36 N/mm²を超えるような軽量コンクリートを得ることは一般に困難であった。すなわち、骨材自身の強度不足がコンクリートの強度低減を招いていた。他方、強度の高い骨材はそれなりに密実となるから、比重が高くなって軽量にはなり難い。このため軽量化と強度を両立させることは必ずしも容易ではないが、本発明ではJIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000~2000Nの範囲にあり、絶乾比重が1.4~1.8の範囲で且つ吸水率が12~20%の範囲にある人工骨材を使用する点に特徴がある。

【0015】このような物性をもつ人工骨材は、例えば石炭灰と頁岩とを原料とし、これらの粉状体を所定の割合、例えば石炭灰：頁岩＝5：5~7：3の重量比で混合し、水またはバインダーを加えて造粒し、その造粒品を高温（1100℃以上）で焼成し、その焼成条件と焼成温度からの冷却過程を適正に調節することによって得ることができる。得られた焼成品はこれを粉碎・分級することによって、細骨材分と粗骨材分とに分別することができる。

【0016】このような人工骨材の代表的な製造例を挙げると、下記の化学成分をもつ火力発電所副生の石炭灰粗粉（a）と下記の化学成分をもつ頁岩の微粉末（b）とを、（a）：（b）の重量比がほぼ6：4の割合で混合し、バインダーを加えて造粒したあと、これをロータ

リキルンで約1100～1200℃で焼成し、その冷却過程においてほぼ100～200℃から水中に急冷する。得られた焼成品は粗砕し分級して5mm以下の細骨材分と5～15mmの粗骨材分とに分別することができる。

【0017】 (a) 石炭灰の化学成分 (質量%)

SiO₂ : 約54%,

Al₂O₃ : 約29%,

Fe₂O₃ + FeO : 約4.5%,

CaO : 約3.5%

MgO : 約1.0%

強熱減量 : 約4.7%

【0018】 (b) 頁岩の化学成分 (質量%)

SiO₂ : 約70%,

Al₂O₃ : 約13%,

Fe₂O₃ + FeO : 約4.2%,

CaO : 約1.6%

MgO : 約1.6%

強熱減量 : 約5.6%

【0019】このようにして得られた5～15mmの粗骨材分は、絶乾比重=1.52、熱間吸水率=15%、JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nを示す。ここで、熱間吸水率とは、この人工骨材の焼成過程において100～200℃から水冷した後、常温状態にて、これを表乾状態で吸水率を測定した値を言う。5mm以下の細骨材分では、絶乾比重=1.61、熱間吸水率=15%を示す。細骨材分の圧壊荷重は実際の測定が困難であるが、粗骨材分と同等であると見てよい。また、10～15mmの粗粒分について水銀圧入法によって細孔系分布を調べたところ、図1の結果が得られた。図1の結果に見られるように、細孔半径50～6000nmにおいて細孔量がほぼ均等に分布しており、累積細孔量 (総細孔量) は約110m³/gに達している。このことが、低比重でありながら高強度化に寄与し且つ保水性能を高めるのに作用していると見ることができる。

【0020】この代表例に限らず、同様の原理に従い、原材料の選定と焼成条件の適正な制御を行うことによって、JIS Z 8841に従う圧壊荷重が1000～2000Nの範囲、絶乾比重が1.4～1.8の範囲、吸水率が12～20%の範囲にある人工骨材を製造することができ、この人工骨材を用いることによって、セルフキュアリングコンクリート)、軽量・高強度コンクリート、軽量・高流動・高強度コンクリートおよび高耐久性コンクリート等を製造することができる。

【0021】本発明で使用する人工骨材の圧壊荷重が1000N未満では36N/mm²を超える十分なコンクリート強度が得られず、逆に2000Nを超えるものでは十分な細孔量を確保できなくなり、このために比重が大きく且つ吸水率が低下するので好ましくない。したがって、本発明で用いる人工骨材の圧壊荷重は1000～2000N、好ま

しくは1000～1500N、さらに好ましくは1100～1300Nである。また、該人工骨材の絶乾比重が1.40未満では圧壊荷重1000N以上を確保するのが困難となり、該比重が1.80を超えると軽量化が達成できなくなると共に吸水率12%以上を確保するのが困難となるので、本発明で用いる人工骨材の絶乾比重は1.40～1.80、好ましくは1.50～1.70であるのがよい。吸水率については12%未満ではセルフキュアリング機能、コンクリートの中性化や乾燥収縮に対する改善効果が十分に現れず、20%を超えると比重1.80以下で圧壊強度1000N以上を確保するのが困難となるので、本発明で用いる人工骨材の吸水率は12～20%であるのが好ましい。なお、この吸水率は、実際にはその製造履歴により前記のように100～200℃から水冷したものである、このようにして製造されたものが表乾状態で含有する保有水量の百分比率 (熱間吸水率と呼ぶ) で表現することもできる。細孔径分布については前記の代表例に見られように、細孔半径50～6000nmにおいて総細孔量が約110m³/g、好ましくは90～130m³/gの範囲であるのよい。

【0022】このような人工骨材を、コンクリート用骨材の全部または一部として、水セメント比が25～55%、生コンクリートの単位容積質量が1.8～2.1t/m³となるように配合すると共に混和剤としてJIS A 6204に従うAE減水剤または高性能AE減水剤を使用してコンクリートを練り混ぜることにより、軽量で且つ自己湿潤養生機能を有するコンクリートが得られる。このコンクリートは打設後において材齢1日でせき板を脱型しても普通骨材使用のコンクリートを標準水中養生したものと同等の圧縮強度を発現することができる。すなわち、軽量コンクリートでありながら、普通コンクリートと同等の圧縮強度を標準養生しなくても発現できる。そして、本発明に従うコンクリートは中性化が抑制され、低収縮性を示すことから耐久性にも優れた構造体を得ることができる。

【0023】また、当該人工骨材を使用して単位容積質量が1.8～2.1t/m³の軽量骨材コンクリートを練り混ぜるさいに、水セメント比の調整と高性能AE減水剤の使用してスランプフローが45cm以上の高流動コンクリートとした場合には、軽量・高流動でありながら、従来の軽量コンクリートでは困難であった36N/mm²を超える圧縮強度を有する高強度コンクリートを得ることができる。普通骨材を使用し場合には達成できないような軽量化・高流動化・高強度化を同時に達成できる。

【0024】さらに、本発明のコンクリートに混和材としてフライアッシュやシリカフュームを配合すると、自己湿潤養生作用にコンクリートの緻密化作用が加わり、高い強度と温度ひび割れ抵抗をもつ高強度コンクリートが得られる。

【0025】さらに、本発明に従うコンクリートは、断熱養生型枠内で硬化される場合やマスコンクリートとし

て打設する場合には、普通骨材を用いたコンクリートよりも高い圧縮強度と高い引張強度を示すようになり、ひび割れ抵抗が向上した高品質コンクリートが得られる。

【0026】以下に、このような人工骨材を用いて製造した自己湿潤養生機能をもつコンクリート、軽量・高強度コンクリート、軽量・高流動・高強度コンクリートおよび高耐久性コンクリートの代表的な実施例を挙げ、本発明の内容を具体的に説明する。

【0027】

【実施例】〔実施例1〕：自己湿潤養生機能をもつコンクリート。

以下に普通コンクリートと対比して本発明コンクリートの特性を示す。

【0028】①. 使用材料

1) セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.16）
2) 細骨材1：陸砂（比重2.60）
3) 細骨材2：絶乾比重=1.16，熱間吸水率=15%，粒径=5mm以下の粉粒物。これは、絶乾比重=1.52，熱間吸水率=15%，JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nの人工骨材（本文記載の化学成分値をもつ石炭灰と頁岩微粉末とを前記した条件で焼結し冷却して得た焼成品）を解砕し分級して得た5mm以下の粉粒物である。

4) 粗骨材：

4-1) 普通コンクリートの場合・・・碎石（比重2.65）

4-2) 本発明コンクリートの場合・・・絶乾比重=1.52，熱間吸水率=15%，JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nの人工骨材（本文記載の化学成分値をもつ石炭灰と頁岩微粉末とを前記条件で焼結し冷却して得た焼成品）を解砕し分級して得た1.5～5mmの粗粒物。

5) 混和剤：JIS A 6204のコンクリート用化学混和剤のうちのAE減水剤（商品名：ポゾリスNo. 70）

【0029】②. 試験項目と試験方法

前記①の材料を使用し、水セメント比=50%で表1に

示す配合の普通コンクリートと本発明コンクリートを練り混ぜ、スランブ試験、空気量試験、圧縮強度試験、乾燥収縮試験、中性化試験、コンクリート含水率試験を実施した。試験方法は次のとおりである。

【0030】1) スランブ試験：JIS A 1101に準じた。

2) 空気量試験：JIS A 1101に準じた。

3) 圧縮強度試験：JIS A 1108に準じたが、供試体の養生条件を(a)～(c)の3種類に変えて実施した。

養生条件(a)：標準水中養生

養生条件(b)：型枠1日存置養生後、型枠を外して温度が20℃で湿度が60%の室内で気中養生

養生条件(c)：型枠7日存置養生後、型枠を外して温度が20℃で湿度が60%の室内で気中養生

4) コンクリート含水率試験：両コンクリートとも、前記の(a)～(c)の前養生を行い、所定の材齢時に、水分を含んだ状態の供試体の質量(W1)を測定後、供試体を105℃の乾燥炉で10日間乾燥させてその乾燥後の質量(W2)を測定し、 $100 \times (W1 - W2) / W1$ の式に従って含水率を算定した。

5) 乾燥収縮試験：JIS A 1129に準じた。

6) 中性化試験：日本建築学会編「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工・指針・同解説」日本建築学会1991年版、179～184頁、コンクリートの促進中性化試験方法(案)に準じた。

【0031】表2にフレッシュ性状の試験結果（スランブ、空気量、温度、単位容積質量）を示した。また、図2に圧縮強度試験結果（養生条件と圧縮強度の関係）を、図3にコンクリートの含水率の試験結果（材齢とコンクリート含水率の関係）を、図4に乾燥収縮試験の結果（材料と乾燥収縮の関係）を、そして図5に中性化試験の結果（材料と中性化深さの関係）を示した。

【0032】

【表1】

	コンクリートの種類	水セメント比 (%)	空気量 (%)	単位量(上段:重量kg/m ³ , 下段:容積 l/m ³)					AE減水剤
				水	セメント	細骨材1	細骨材2	粗骨材	
A ₁	本発明コンクリート	50	5.0	180	360	577	326	353	セメント重量×0.025%
				180	114	222	202	232	
B ₁	普通コンクリート	50	4.5	180	360	793	0	943	セメント重量×0.025%
				180	114	305	0	356	

【0033】

【表2】

コンクリートの種類	スランブ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)	単位容積質量 (l/m ³)
本発明コンクリート	19.2	6.0	20.6	1.90
普通コンクリート	17.4	4.8	20.6	2.30

【0034】表1の配合において、A₁の本発明コンクリートとB₁の普通コンクリートは細骨材+粗骨材の合計骨材容積を等しくしたものであり、セメント、水、A

E減水剤の配合も等しい。そのフレッシュ性状は表2に見られるように、本発明コンクリートA₁の方がスランブ値および空気量が高くなり、単位容積質量は普通コン

クリート B₁ では 2.3 t/m³ であるのに対し、本発明のコンクリート A₁ では 1.9 t/m³ と軽量である。

【0035】図2の結果から、材齢28日のもので対比すると、型枠1日存置した本発明コンクリート A₁ の圧縮強度は 45 N/mm² 程度を示しており、これは普通コンクリート B₁ を標準水中養生したものとほぼ同等の値である。また、材齢91日のもので対比すると、型枠1日存置した A₁ の圧縮強度は約 48 N/mm² を示し、これは型枠1日存置した B₁ のものが 38 N/mm² 程度であるものと比べると約 1.3 倍高く、型枠7日存置した B₁ のものとほぼ同等である。

【0036】このことから、本発明コンクリート A₁ は、型枠を1日で脱型し、その後は外部から水を補給しなくても強度発現が良好に行われること、すなわち、自己湿潤養生機能（セルフキュアリング作用）を有することが明らかであり、現場において型枠1日存置し且つ養生水の供給を特に行わなくても、普通コンクリートを十分に養生する場合と同等の品質が確保できるから、現場作業が合理化でき施工が容易化することがわかる。

【0037】図3の結果から、本発明コンクリート A₁ のセルフキュアリング作用が一層明らかである。例えば、型枠1日存置養生の本発明コンクリート A₁ (■印) の材齢7日における含水率は 8% であり、これは標準水中養生した普通コンクリート B₁ の (○印) のものの約 6.5% よりも高い。すなわち、本発明コンクリート A₁ では、外部からの補給水がなくても、セメントの水和増進が特に著しい初期材齢時に十分な水が内部に確保されており、この保有水が養生水として作用した結果（すなわちセルフキュアリング作用により）、図2のような圧縮強度の増加に寄与したものと考えてよい。

【0038】また、このような自己湿潤養生作用により、本発明コンクリート A₁ は普通コンクリート B₁ よりも、同じ養生条件であれば、長期にわたってセメントの水和が増進するから（図2において黒塗り印のものは白抜き印のものより全ての材齢において含水率が高い）、水和生成物が緻密化するものと考えてよい。図4および図5の結果はこのことを実証している。すなわち、本発明コンクリート A₁ は普通コンクリート B₁ に比べて、図4に見られるように乾燥収縮率が半減しており、また図5に見られるように中性深さも半減していることから、

その自己湿潤養生作用によって、乾燥収縮が少なく且つ中性化し難い耐久性の優れたコンクリートとなることがわかる。

【0039】〔実施例2〕：軽量・高強度・高流動コンクリート

以下に普通コンクリートと対比して本発明コンクリートの特性を示す。

【0040】①. 使用材料

1) セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.16）

2) 細骨材：陸砂（比重2.60）

3) 粗骨材：

3-1) 普通コンクリートの場合・・・碎石（比重2.65）

3-2) 本発明コンクリートの場合・・・絶乾比重=1.52, 熱間吸水率=15%, JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nの人工骨材（本文記載の化学成分値をもつ石炭灰と頁岩微粉末とを前記条件で焼結し冷却して得た焼成品）を解砕し分級して得た 1.5 ~ 5 mm の粗粒物。

4) 混和剤：JIS A 6204のコンクリート用化学混和剤のうちの高性能 AE 減水剤（商品名：ポゾリス SP-8N）

5) 混和材：石炭灰（フライアッシュ）またはシリカフューム

【0041】②. 試験項目と試験方法

前記①の材料を使用し、水セメント比（水結合材比）= 35% で表3に示す配合の普通コンクリート B₂ と、本発明コンクリート A₂, A₃ および A₄ を練り混ぜ、スランプ試験、スランプフロー試験、空気量試験、圧縮強度試験を実施した。試験方法は次のとおりである。

【0042】1) スランプ試験：JIS A 1101に準じた。

2) スランプフロー試験：JASS 5T-303 に準じた。

3) 空気量試験：JIS A 1101に準じた。

4) 圧縮強度試験：JIS A 1108に準じた。

【0043】表4に各コンクリートのフレッシュ性状の試験結果（スランプ、スランプフロー、空気量、温度、単位容積質量）を示した。また、図6に各コンクリートの圧縮強度試験結果を示した。

【0044】

【表3】

	コンクリートの種類	水セメント比 (%)	空気量 (%)	単位量(上段:重量 kg/m ³ , 下段:容積 l/m ³)					混和剤
				水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	
B ₂	普通コンクリート	35	3.0	170	486	0	840	856	高性能 AE 減水剤 セメント量 × 1.5%
					154	0	323	323	
A ₂	本発明コンクリート	35	3.0	170	486	0	840	491	セメント量 × 1.5%
					154	0	323	323	
A ₃	本発明コンクリート (石炭灰20%外割)	35	3.0	170	486	97	733	491	セメント量 × 1.7%
					154	41	282	323	
A ₄	本発明コンクリート (シリカフューム10%内割)	35 ^{*1}	3.0	170	437	49	824	491	(セメント+シリカフューム)量 × 1.7%
					138	22	317	323	

注)*1: 水セメント比は、水(セメント+シリカフューム)比とした。

【0045】

50 【表4】

	コンクリートの種類	スランブ (cm)	スランブフロー (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	単位容積質量 (t/m^3)
B ₂	普通コンクリート	23.0	48.0	2.0	20.8	2.42
A ₂	本発明コンクリート	23.5	53.5	2.2	20.2	2.05
A ₃	本発明コンクリート (石炭灰20%外割)	23.0	52.0	2.8	20.6	2.03
A ₄	本発明コンクリート (シリカフューム10%内割)	23.5	53.0	2.5	20.8	2.03

【0046】表3の配合において、本発明コンクリート A₁～A₄と普通コンクリート B₂は細骨材+粗骨材+（混和材）の合計骨材容積を等しくしたものであり、セメント（結合材）、水、高性能AE減水剤（対結合材比）の配合も等しい。そのフレッシュ性状は表4に見られるように、本発明コンクリート A₁～A₄は普通コンクリート B₂に比べて、スランブはほぼ同等でありながら、スランブフロー値がいずれも高くなっており高流動性を示す。特に、フライアッシュやシリカフューム等の粉体を追添しない本発明コンクリート A₁が高い流動性を示すことは注目値する。また本発明コンクリートは空気量が高く、単位容積質量が低く軽量である。

【0047】図6の結果から、本発明の高流動コンクリート A₁の圧縮強度は普通コンクリート B₂のそれと同等の65N/mm²（材齢28日）、80N/mm²（材齢90日）を示しており、通常の人工軽量骨材を用いたものでは難しい設計基準強度36N/mm²を遙かに超える高強度を有することがわかる。

【0048】特にフライアッシュを添加した本発明コンクリート A₃およびシリカフュームを添加した本発明コンクリート A₄では、普通コンクリート B₂よりも高い圧縮強度を示しており、軽量化と高強度化が同時に達成され且つ流動性に優れるという特異な性質を有することがわかる。コンクリート A₃および A₄が B₂および A₁より高強度を示したのは、微粉体が骨材間空隙部に充填されるという充填効果とポゾラン反応効果が寄与していると見てよい。すなわち、セメント硬化体と骨材界面の空隙部が緻密化し、高い強度が発現したものである。なお、これら圧縮強度の測定に供した供試体はいずれも標準水中養生したものであるが、先の実施例1で見たように、本発明コンクリート A₁～A₄は自己湿潤養生機能を有する。したがって、緻密化が達成された A₃および A₄のものは、B₁～B₂さらには A₁～A₂に比べて、一層乾燥収縮が低減し且つ中性化深さの進行が抑制され、高強度で且つ高耐久性能のコンクリートであることは明らかである。

【0049】〔実施例3〕・高引張強度・軽量・コンクリート
以下に普通コンクリートと対比して本発明コンクリートの特性を示す。

【0050】①. 使用材料

- 1) セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.16）
- 2) 細骨材1：陸砂（比重2.60）
- 3) 細骨材2：絶乾比重=1.16、熱間吸水率=15%、粒径=5mm以下の粉粒物。これは、絶乾比重=1.52、熱間吸水率=15%、JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nの人工骨材（本文記載の化学成分値をもつ石炭灰と頁岩微粉末とを本文に記載した条件で焼結し冷却して得た焼成品）を解砕し分級して得た5mm以下の粉粒物である。
- 4) 粗骨材：
 - 4-1) 普通コンクリートの場合・・・碎石（比重2.65）
 - 4-2) 本発明コンクリートの場合・・・絶乾比重=1.52、熱間吸水率=15%、JIS Z 8841に従う圧壊荷重=1130Nの人工骨材（本文記載の化学成分値をもつ石炭灰と頁岩微粉末とを前記条件で焼結し冷却して得た焼成品）を解砕し分級して得た15～5mmの粗粒物。
- 5) 混和剤：JIS A 6204のコンクリート用化学混和剤のうちの高性能AE減水剤（商品名：ポゾリスSP-8N）
- 6) 混和材：石炭灰（フライアッシュ）またはシリカフューム

【0051】②. 試験項目と試験方法

前記①の材料を使用し、水セメント比（水結合材比）=50%で表5に示す配合の普通コンクリート B₂と、本発明コンクリート A₁、A₃および A₄を練り混ぜ、そのフレッシュ性状については、スランブ試験、空気量試験を実施した。また、簡易断熱養生した場合の温度履歴の測定、圧縮強度試験、引張強度試験を行った。試験方法は次のとおりである。

【0052】1) スランブ試験：JIS A 1101に準じた。

2) 空気量試験：JIS A 1101に準じた。

3) 圧縮強度試験：JIS A 1108に準じた。

4) 断熱養生：直径10cm×高さ20cmの円筒型枠内にコンクリートを打ち込んで得た供試体10本を、図7に示した発泡スチロール製容器内に図示のようにセットし、各供試体の上面は水分が蒸発しないように封緘養生した。これらの供試体の1本の中心位置に熱電対を埋め込み、コンクリートの内部温度の履歴を測定し、コンクリート温度が室温に戻った時点で該容器から各供試体

を取り出し、所定の材齢まで20℃×60%の室で封緘養生した。

【0053】表6に各コンクリートのフレッシュ性状の試験結果（スランプ、空気量、温度、単位容積質量）を示した。また、図8に断熱養生した各コンクリートの圧

縮強度試験結果を、そして図9に断熱養生した各コンクリートの引張強度試験結果を示した。

【0054】

【表5】

	コンクリートの種類	水セメント比 (%)	空気量 (%)	単位量(上段:重量kg/m ³ , 下段:容積 l/m ³)						高性能AE減水剤 セメント量×1.05%
				水	セメント	混和材	細骨材1	細骨材2	粗骨材	
B ₃	普通コンクリート	50	4.5	170	340	0	723	0	1057	セメント量×1.0%
					108	0	278	0	399	
A ₅	本発明コンクリート	50	5.0	170	340	0	590	332	363	セメント量×0.9%
					108	0	227	206	239	
A ₆	本発明コンクリート (石炭灰30%外割)	50	5.0	170	340	102	551	311	340	(セメント+シリカフューム)量 ×1.3%
					108	43	212	193	224	
A ₇	本発明コンクリート (シリカフューム10%内割)	50 ^{*1}	5.0	170	308	34	589	330	360	
					97	15	228	205	237	

注)*1:水セメント比は、水(セメント+シリカフューム)比とした。

【0055】

【表6】

	コンクリートの種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	単位容積質量 (t/m ³)
B ₃	普通コンクリート	17.5	4.7	21.0	2.31
A ₅	本発明コンクリート1	18.1	3.8	20.0	1.94
A ₆	本発明コンクリート2 (石炭灰30%外割)	18.0	5.2	20.3	1.92
A ₇	本発明コンクリート2 (シリカフューム10%内割)	17.9	4.7	20.5	1.92

【0056】表5の配合において、本発明コンクリートA₅～A₇と普通コンクリートB₃は細骨材+粗骨材+混和材の合計骨材容積を等しくしたものであり、セメント（結合材）、水、高性能AE減水剤（対結合材比）の配合も大きな変化はない。そのフレッシュ性状は表6に見られるように、本発明コンクリートA₅～A₇は普通コンクリートB₃に比べて軽量である点を除けば、スランプや空気量に大きな有意差はない。ところが、本発明コンクリートは普通コンクリートに比べて軽量でありながら、図8および図9に見られるように、圧縮強度および引張強度が普通コンクリートよりも高くなるという結果が得られた。

【0057】すなわち、図8に見られるように、本発明のコンクリートA₅の圧縮強度は普通コンクリートB₃のそれより高く、本発明のコンクリートA₆およびA₇はさらに高い圧縮強度を示している。同様に、図9に見られるように、本発明のコンクリートA₅～A₇の引張強度は普通コンクリートB₃のそれより1.3～1.5倍高い。これは、十分な養生水を内部に保有する本発明コンクリートでは、断熱養生するとその水和熱による高温状態が良好に維持される結果、セメントの水和やポゾラン反応が促進され、コンクリートが緻密化することによって考えられる。したがって、本発明コンクリートは、外部か

らの養生水の補給が断たれるような断熱型枠内で硬化を進行させると、圧縮強度および引張強度が増強するという特殊な性質を有し、この性質はマスコンクリートでも発現することになるから、断熱型枠内またはマスコンクリートの打設に適用した場合に、引張強度が増大した温度ひび割れを低減したコンクリートが得られることを意味する。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると自己湿潤養生作用のあるコンクリートが提供され、しかもこのコンクリートは軽量である。そして、高流動化や高強度化が達成され、温度ひび割れも防止できるなど、これまでにない優れた性能をもつ軽量・高流動・高強度コンクリートを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で使用する人工骨材の細孔半径の分布例を示す表とグラフである。

【図2】本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの圧縮強度を養生方法の違いで比較した図である。

【図3】本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの含水率の経時変化を示す図である。

【図4】本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの乾燥収縮率の経時変化を示す図である。

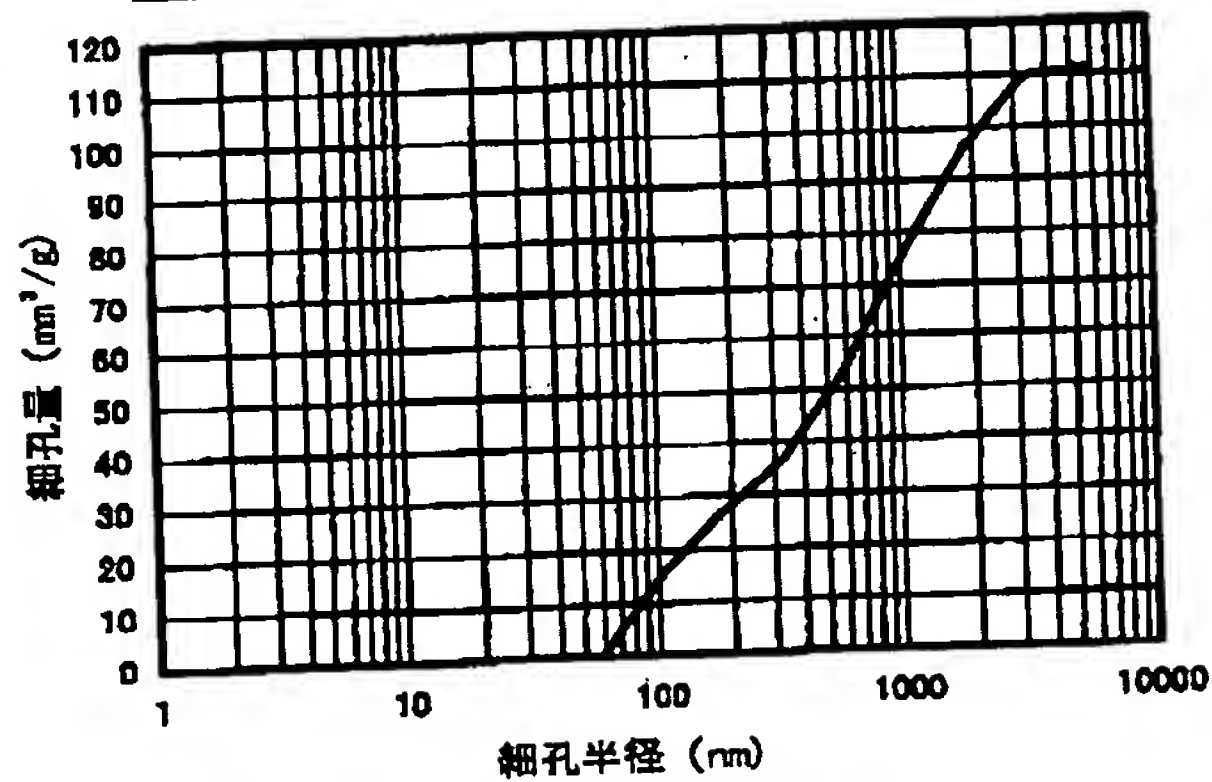
【図5】本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの中性化深さの経時変化を示す図である。

【図6】本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの圧縮強度を比較した図である。

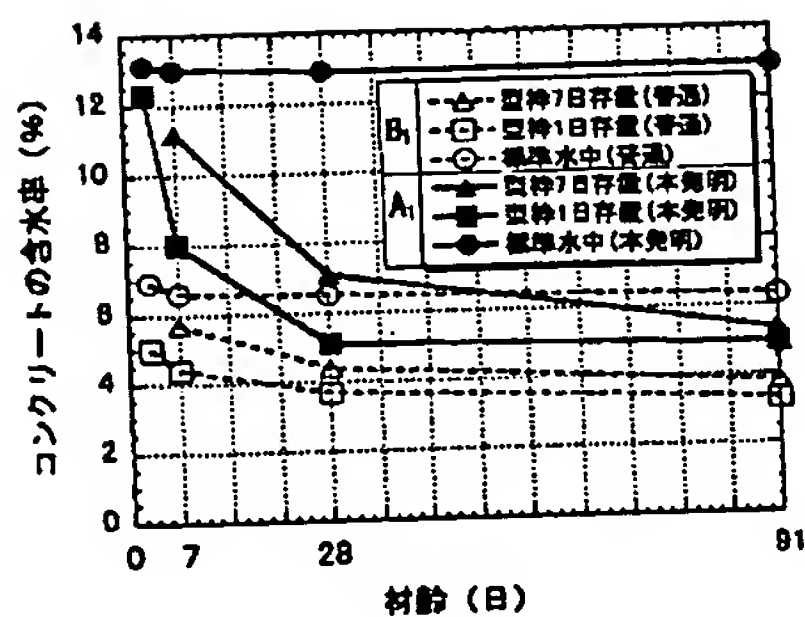
【図7】断熱養生試験の養生方法を説明するための略断面図である。

【図1】

水銀圧入法による細孔径分布の測定	
試料名	CA骨材
細孔孔量 (mm ³)	111.08
細孔半径 (nm)	細孔量 (mm ³ /g)
7500~4200	1.30
4200~2400	13.35
2400~1350	19.67
1350~750	23.78
750~420	16.14
420~240	9.57
240~135	11.55
135~75	15.82
75~42	0.00
42~24	0.00
24~13.5	0.00
13.5~7.5	0.00
7.5~4.2	0.00
4.2~2.4	0.00



【図3】

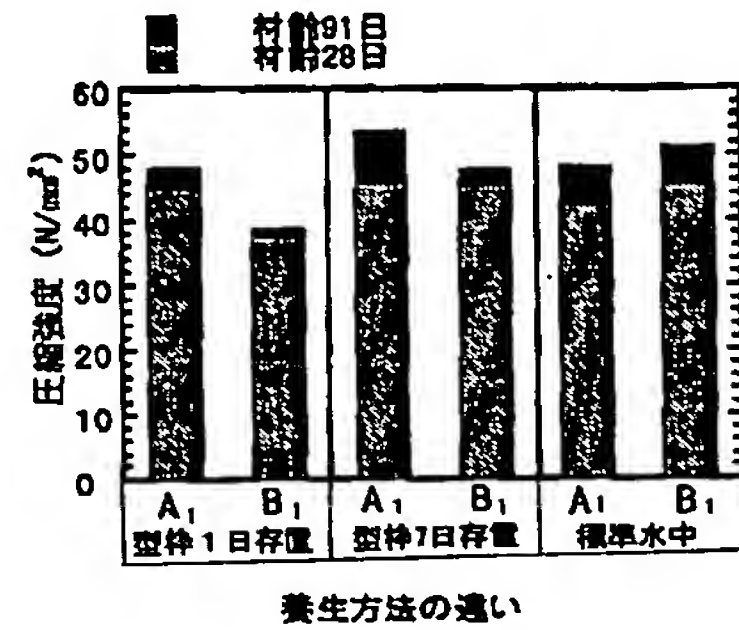


面図である。

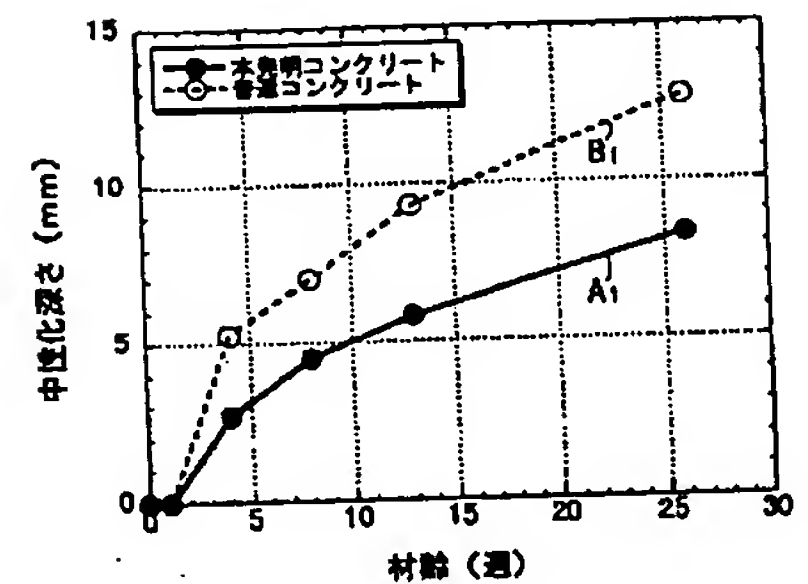
【図8】断熱養生した本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの圧縮強度を比較した図である。

【図9】断熱養生した本発明に従うコンクリートAと普通コンクリートBの引張強度を比較した図である。

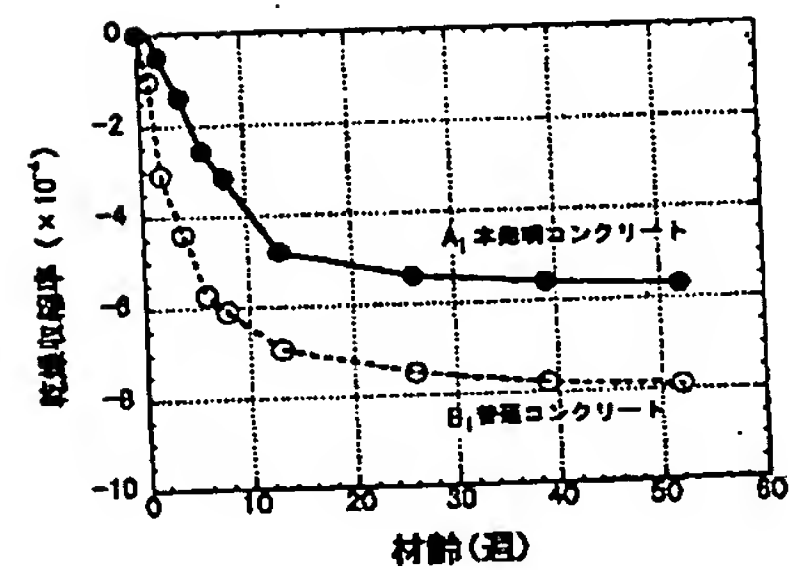
【図2】



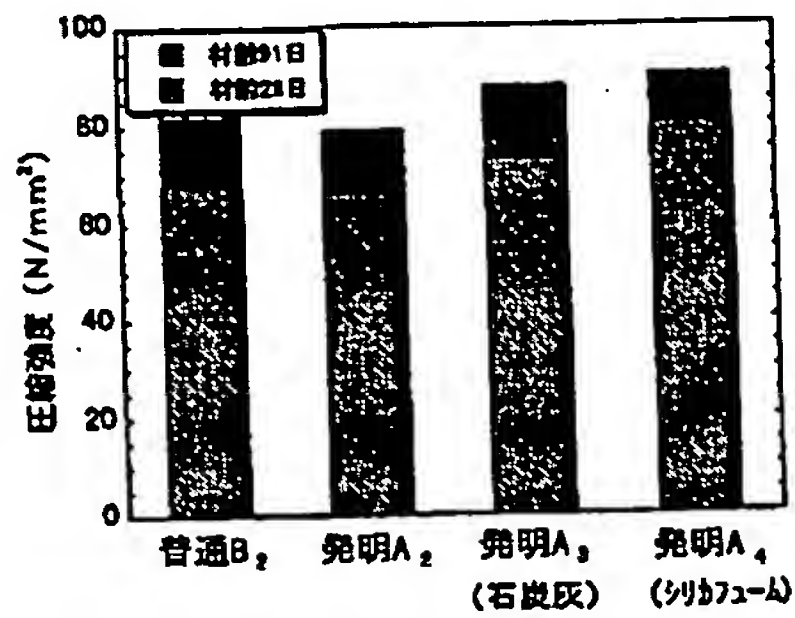
【図5】



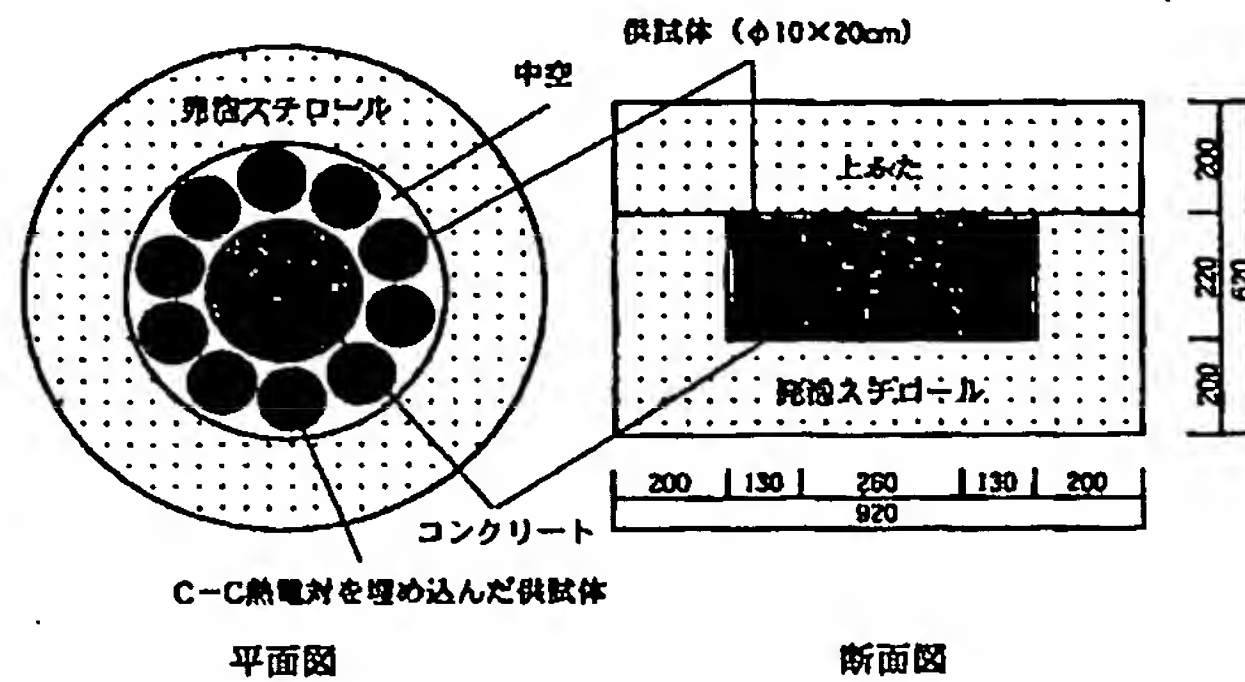
【図4】



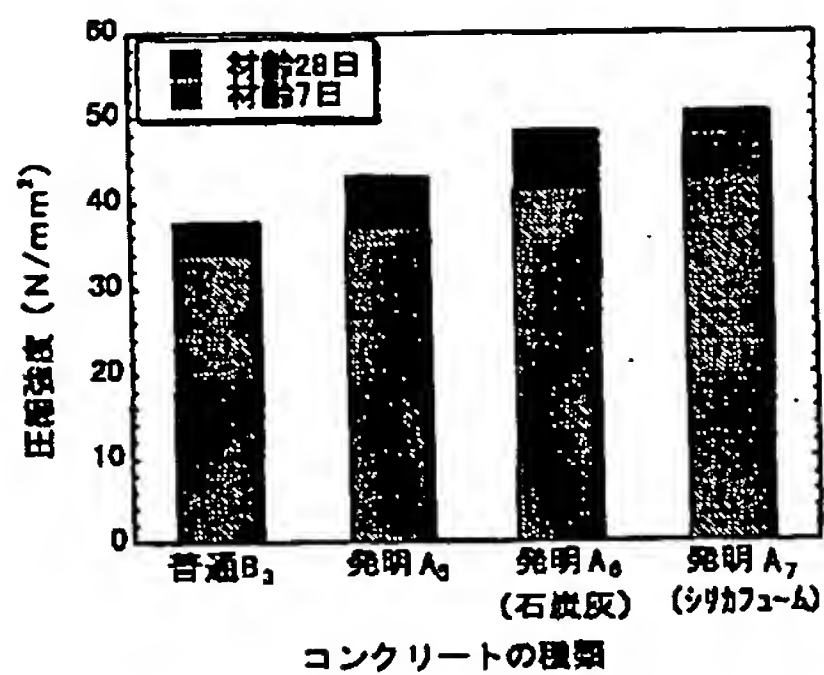
【図6】



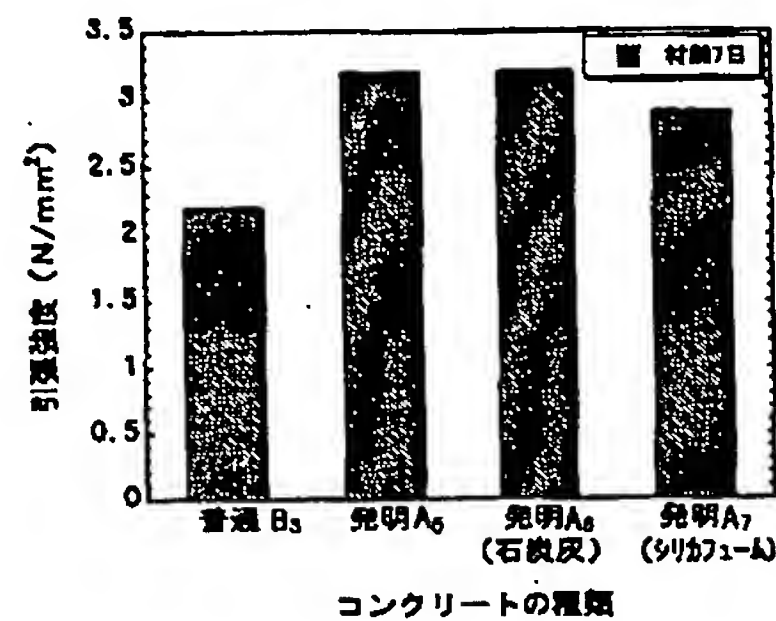
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

C 0 4 B 14:04
14:02
20:00)
103:30
103:32
111:40

C 0 4 B 14:04
14:02
20:00)
103:30
103:32
111:40

A
B
B

(72) 発明者 笠井 浩

東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島
建設株式会社技術研究所内

(72) 発明者 稲垣 和彦

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号 鹿島
建設株式会社関東支店内

F ターム (参考) 4G012 PA04 PA27 PB04 PC02 PC11
PC12 PC14

4G019 DA04 LA02 LB01 LC13 LD02